

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- ~~BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS~~
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of: )

Yuuichi TACHINO, et al. )

Serial No.: ~~To be assigned~~ )

Filed: February 5, 2001 )

1746  
Group Art Unit: ~~Unassigned~~

0430  
Examiner: ~~Unassigned~~



For: **PLASMA ETCHING METHOD AND APPARATUS**

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231*

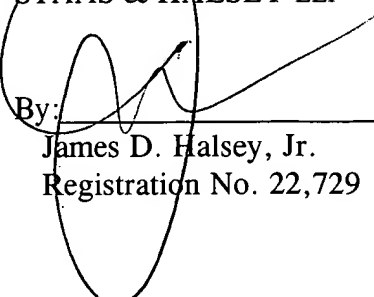
*Sir:*

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-255549  
Filed: August 25, 2000.

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,  
STAAS & HALSEY LLP

By:   
James D. Halsey, Jr.  
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500  
Date: February 5, 2001

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1031 U.S. PTO  
09/775653  
02/05/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2000年 8月25日

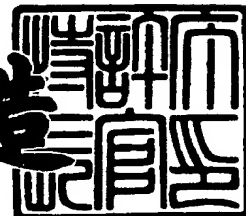
出 願 番 号  
Application Number: 特願2000-255549

出 願 人  
Applicant(s): 富士通株式会社  
富士通ヴィエルエスアイ株式会社

2000年10月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3088745

【書類名】 特許願

【整理番号】 0040145

【提出日】 平成12年 8月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23F 4/00  
H01L 21/3065

【発明の名称】 プラズマエッチング方法、プラズマエッチング装置及び  
プラズマ処理装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目 1 8 4 4 番 2 富士通ヴ  
ィエルエスアイ株式会社内

【氏名】 立野 勇一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目 1 8 4 4 番 2 富士通ヴ  
ィエルエスアイ株式会社内

【氏名】 鈴木 実

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目 1 8 4 4 番 2 富士通ヴ  
ィエルエスアイ株式会社内

【氏名】 揖斐 恒治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通  
株式会社内

【氏名】 小室 玄一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通  
株式会社内

【氏名】 置田 陽一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000237617

【氏名又は名称】 富士通ヴィエルエスアイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【住所又は居所】 岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【電話番号】 058-265-1810

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 4 号 新宿辻ビル 8  
階

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【電話番号】 03-5365-3057

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9909792

【包括委任状番号】 9909791

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマエッチング方法、プラズマエッチング装置及びプラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物をエッチングするプラズマエッチング方法において、

前記高周波アンテナに部分的に大きな容量性結合部分を持たせ、該高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させるようにしたことを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項 2】 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物をエッチングするプラズマエッチング装置において、

前記高周波アンテナとプラズマの間に部分的に大きな容量性結合部分が設けられ、かつ、前記高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させる駆動手段を備えたことを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項 3】 前記容量性結合部分を、前記高周波アンテナの一部を前記反応管に近接させて形成したことを特徴とする請求項 2 記載のプラズマエッチング装置。

【請求項 4】 前記高周波アンテナの前記反応管外周への投影面積を給電側端子から接地側端子にかけて徐々に大きくして両端子間の結合容量を略均一となるように形成したことを特徴とする請求項 2 記載のプラズマエッチング装置。

【請求項 5】 前記反応管と同軸状にロータリコネクタを備え、該ロータリコネクタの中心軸を整合器を介してプラズマソース用の高周波電源に接続し、前記中心軸に回動可能に支持された出力部に前記高周波アンテナの給電側端子を接続したことを特徴とする請求項 2 ～ 4 のうちの何れか一項記載のプラズマエッチング装置。

【請求項 6】 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物に所望の処理を施すプラズマ処理装置において、

前記高周波アンテナとプラズマの間に部分的に大きな容量性結合部分が設けられ、かつ、前記高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させる駆動手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はエッチング方法、プラズマエッチング装置及びプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

半導体デバイスは、適切な基板上に各種機能性を備えた薄膜を堆積、必要な形状にパターニングすることにより製造される。この際、不要部分を除去するために用いられるのがドライエッチング装置である。このエッチング装置において、処理室内壁にはデバイスのパターン加工を行う際に発生するエッチング生成物が付着する。この生成物は、半導体デバイスのパターン形成に悪影響を及ぼし、その除去はエッチング装置の稼働時間の低下を招くことから、生成物の付着量減少が要求されている。

【0003】

【従来の技術】

従来、半導体デバイスを構成する材料には、ドライエッチングにおいて選択された所望のエッチングガスと高い反応性を示す、即ち加工しやすい材料が用いられてきた。エッチングガスは、デバイスのパターン加工を行う際に発生するエッチング生成物が高い揮発性を持つように選択される。その反応生成物は真空排気系にて排出され、処理室にはほとんど残留しなかった。また、エッチング生成物の処理室内壁への付着が比較的多い場合も、その処理室内壁を高い温度に保つことで、付着防止に大きな効果が得られていた。

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、近年、デバイスの更なる微細化、高速化、高機能化において、デバイスを構成する材料として反応性の非常に低い物質が使われ始めている。例えば、強誘電体メモリ（F e R A M : Ferroelectric RAM）のキャパシタを構成する電極材料であるイリジウム（I r）やプラチナ（P t）等の高融点メタルは、他の原子や分子との結合性が非常に低い。同様に、セラミック系の強誘電体材料である P Z T（Lead Zirconate Titanate: ジルコン酸チタン酸鉛）や S B T（Strontium, Bismuth, Tantalum: ストロンチウム-ビスマス-タンタル複合酸化物）等も、反応性が低い。

## 【 0 0 0 5 】

これら反応性が非常に低い材料のエッチングにはイオン衝突によるスパッタエッチングを行い、それにより所望のパターンを形成する。この際に発生するエッチング生成物は不揮発性であるため、真空ポンプ等の排気装置により排気されず、処理室内壁に付着する。このエッチング生成物は、エッチング毎に処理室内壁に堆積し、数十枚から数百枚の処理程度でエッチング中に処理室内壁温度と待機中の内壁温度差による熱ストレスにより剥がれる。この剥がれたエッチング生成物は塵となってウェハ上に降り、パターン形成に悪影響を及ぼす。

## 【 0 0 0 6 】

このような材料のエッチング方法として、高速な排気系を設け処理圧力の低圧化にて不揮発性のエッチング生成物を排出させることが試みられているが、大きな効果は得られていない。

## 【 0 0 0 7 】

また、処理室内壁を高い温度に保つことは、従来の材料でエッチング生成物の再付着が多い場合に大きな効果が得られる。しかし、反応性が低い材料は融点が非常に高く、この方法も生成物付着防止に大きな効果は得られない。

## 【 0 0 0 8 】

処理室の壁を一定温度に保ち堆積物に熱ストレスがかからないようにする方法は、処理室内壁に堆積した生成物の剥離に対して一定の効果が得られる。しかし



、この方法では、厚い堆積物により処理室雰囲気が変わり、ウェハ毎のエッチング安定性が得られない。更に、前述のキャパシタの電極材料等のエッチングの場合、誘電体処理室内壁を覆う金属系の堆積物は、高周波電力の処理室内への供給を阻害し、やがてプラズマが点火しにくくなるという問題がある。

【0009】

これら問題により、従来のエッチング材料に比べ非常に短い周期で処理室を大気開放し、誘電体容器を洗浄しなければならない。洗浄の周期が短いため、生産性が低く、洗浄コストが大きく上昇する。

【0010】

洗浄方法の一つとして処理室を大気開放せずに、内部の堆積物をそれと反応しやすいガスでプラズマエッチングにより除去する方法があり、この方法は洗浄時間を短くする。しかし、前述のように反応性の低い材料のエッチング生成物もやはり反応し難く、ドライクリーニングが実現できていない。仮にドライクリーニングが実現できたとしても、製品処理とは別にクリーニングシーケンスを組む必要があり、生産性が大きく低下するという問題がある。

【0011】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は製品処理において反応性の低い材料のエッチングを行い、誘電体よりなる反応管の側壁における反応生成物の付着量を少なくすることができるエッチング方法、エッチング装置及びプラズマ処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1，2，6に記載の発明によれば、前記高周波アンテナに部分的に大きな容量性結合部分を持たせ、該高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させるようにした。反応管内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンの極一部は高周波アンテナの方向に向かい反応管内壁に衝突する。高周波アンテナの容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管内壁に付着しようとしているエッチング等の処理生成物は衝突し、それら生成物は拡散される。その結果、エッチング等の

処理生成物の付着量が少なくなる。

【 0 0 1 3 】

容量性結合部分は、請求項 3 に記載の発明のように、前記高周波アンテナの一部を前記反応管に近接させて形成される。これにより、容量性結合の強い部分を容易に形成できる。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載の発明のように、前記高周波アンテナの前記反応管外周への投影面積を給電側端子から接地側端子にかけて徐々に大きくして両端子間の結合容量を略均一となるように形成した。これにより、付着量が略均一になる。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載の発明によれば、前記反応管と同軸状にロータリコネクタを備え、該ロータリコネクタの中心軸を整合器を介してプラズマソース用の高周波電源に接続し、前記中心軸に回動可能に支持された出力部に前記高周波アンテナの給電側端子を接続した。これにより、高周波アンテナが反応管外周に沿って精度よく移動する。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

（第一実施形態）

以下、本発明を具体化した第一実施形態を図 1 ～図 5 に従って説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、ICP 方式のプラズマエッチング装置（inductively coupled plasma etching system）の概略図である。

エッチング装置 10 はエッチング室 11 を備え、そのエッチング室 11 は、上部処理室 12 と下部処理室 13 とから構成される。

【 0 0 1 8 】

上部処理室 12 は、反応管 14 と、その上端を覆うフランジ 15 とから構成される。反応管 14 は、石英ガラスの誘電体よりなり、円筒形に形成されている。

【 0 0 1 9 】

下部処理室 1 3 は、反応管 1 4 より幅広く形成された処理容器 1 6 と、その上端を覆うフランジ 1 7 とから構成されている。フランジ 1 7 は反応管 1 4 の内径と略同一の内径を持つ環状に形成され、そのフランジ 1 7 の上面に反応管 1 4 が固定されている。

#### 【 0 0 2 0 】

フランジ 1 7 にはエッチングガスをエッチング室 1 1 内に導入するガス導入ポート 1 8 が形成されている。処理容器 1 6 には真空ポンプ 1 9 に連なる排気ポート 2 0 が形成されている。真空ポンプ 1 9 により、プラズマ中の分子、エッチング生成物等が排気される。

#### 【 0 0 2 1 】

下部処理室 1 3 には試料台 2 1 が設けられている。試料台 2 1 は静電チャックよりなり、その上面には例えばウェハ等の被エッチング対象である試料 2 2 が載置固定される。

#### 【 0 0 2 2 】

反応管 1 4 の外側には、コイルアンテナ 2 3 が設けられている。コイルアンテナ 2 3 は、プラズマ生成と維持のためにエッチング室 1 1 に電力を供給するために設けられている。コイルアンテナ 2 3 は、反応管 1 4 の外周に沿って略 2 ター状に形成され、そのコイルの第 1 端子（入力側端子） 2 3 a は高周波インピーダンス整合器（マッチングユニット） 2 4 を介して高周波電源 2 5 に接続され、第 2 端子 2 3 b は接地されている。

#### 【 0 0 2 3 】

エッチング装置 1 0 には、プラズマ中のエッチャントであるイオンを試料に向かって加速させるために電力供給源であるバイアス用高周波電源 2 6 が備えられ、その高周波電源 2 6 は高周波インピーダンス整合器 2 7 を介して試料台 2 1 に接続されている。

#### 【 0 0 2 4 】

更に、エッチング装置 1 0 には、コイルアンテナ 2 3 を移動させるための駆動器 2 8 と、それを制御するためのコントローラ 2 9 が備えられている。駆動器 2 8 は、コイルアンテナ 2 3 と反応管 1 4 とを相対移動させるように構成され、本

実施形態では、コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 の外周に沿って水平回動させえるように構成されている。

【 0 0 2 5 】

駆動器 2 8 は、コントローラ 2 9 からの指令に基づいて動作し、コイルアンテナ 2 3 を水平回動させる。コントローラ 2 9 は、試料 2 2 のエッチングが開始されると駆動器 2 8 に指令を出力し、駆動器 2 8 はその指令に応答してコイルアンテナ 2 3 を水平回動させる。

【 0 0 2 6 】

図 2 はコイルアンテナ 2 3 の形状を示し、図 2 ( a ) は平面図、図 2 ( b ) は側面図である。

コイルアンテナ 2 3 は、上下方向に所定の間隔にて配置された第 1 及び第 2 周回部分 3 1 , 3 2 と、それらを接続する立下り部分 3 3 とを備える。第 1 周回部分 3 1 は給電側端子 2 3 a と接続され、第 2 周回部分 3 2 は接地側端子 2 3 b と接続されている。

【 0 0 2 7 】

第 1 及び第 2 周回部分 3 1 , 3 2 は、反応管 1 4 外周との間隔が第 1 の距離にてその外周に沿って水平に略 3 / 4 周するように形成されている。立下り部分 3 3 は、反応管 1 4 外周との間隔が第 2 の距離にてその外周に沿って略 1 / 4 周するように形成されている。そして、第 2 の距離は、第 1 の距離に比べて極めて小さく設定されている。

【 0 0 2 8 】

これは、コイルアンテナ 2 3 において、立下り部分 3 3 における容量結合成分を大きくする。誘導結合型と言えどもコイルアンテナ 2 3 が有限であるために若干の結合容量成分が存在する。そして、この結合容量成分は、コイルアンテナ 2 3 と反応管 1 4 との間隔が等しい場合、給電側端子 2 3 a から接地側端子 2 3 b に向かって減少する。このため、立下り部分 3 3 を反応管 1 4 外周に近接させることで、この部分における結合容量成分を、第 1 及び第 2 周回部分 3 1 , 3 2 のそれよりも大きくする。更に、第 2 の距離を第 1 の距離に比べて遙かに小さくし、立下り部分 3 3 と反応管 1 4 との距離をその上端（第 1 周回部分 3 1 の終端）

から下端（第2周回部分32の先端）までほぼ等しくすることで、その立下り部分33における結合容量成分を上端から下端までほぼ均一にしている。

#### 【0029】

次に、上記のように構成されたエッチング装置10の作用を説明する。

ガス導入ポート18より導入されたガスと真空ポンプ19と排気ポート20のコンダクタンスにより、エッチング室11は、所望の雰囲気を形成する。エッチング室11内のガス雰囲気が安定したところでソース用の第1高周波電源25よりコイルアンテナ23に電力が供給され、コイルアンテナ23より発振された電磁波は反応管14を透過してガス分子、原子を電離しエッチング室11内はプラズマ状態となる。

#### 【0030】

コントローラ29は第1高周波電源25の発振とともに駆動器28を起動し、コイルアンテナ23を水平回動させる。

プラズマが安定して十分なイオンが生成されたところで、試料台21にバイアス用の第2高周波電源26より電力を供給し、試料22はイオンアシスト反応やイオン衝撃によりエッチングされる。なお、エッチングが開始されるのは、バイアス電力が供給されてからであるため、コントローラ29は駆動器28を第2高周波電源26の発振時に起動するようにしてもよい。

#### 【0031】

FeRAM等のデバイスに代表されるPt, Ir, PZT, SBT等の材料をエッチングした場合、それらの材料はあらゆるエッチャントと反応性が非常に低い。このため、ほとんどがイオン衝撃によるスパッタエッチでの加工となり、揮発性の分子を作らない。従って、エッチング生成物の多くはそれぞれの原子のままで試料22より削り取られたものであり、エッチング室11内壁つまり反応管14の内壁に付着する。

#### 【0032】

このとき、コイルアンテナ23の立下り部分33近傍の反応管14内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンの極一部はエッチング室11からコイルアンテナ23の方向に向かい反応管14内

壁に衝突する。アンテナ近傍でのイオンシースの形成は、反応管 1 4 に限らず、使用する電波を透過する誘電体で起こる。

【 0 0 3 3 】

コイルアンテナ 2 3 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 1 4 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、コイルアンテナ 2 3 近傍には、エッチング生成物の付着量が少ない。

【 0 0 3 4 】

更に、立下り部分 3 3 において、その上端から下端までの結合容量成分がほぼ均一である。従って、エッチング生成物の拡散は、コイルアンテナ 2 3 の上端から下端までほぼ均一におこり、それに対応する反応管 1 4 へのエッチング生成物の付着量はほぼ均一になる。

【 0 0 3 5 】

イオンシースを大きくすることによりコイルアンテナ 2 3 により生成されたエッチャントであるイオンの反応管 1 4 方向へ向かう量が多くなるのであるが、ICP 方式により生成されたイオン密度は非常に高く、エッチングレートに影響するほどウェハに向かうイオンは減少しない。

【 0 0 3 6 】

図 3 ( a ) は本実施形態のエッチング装置 1 0 にてエッチングした試料 ( ウェハ ) 2 2 a のエッチング特性を示し、図 3 ( b ) は従来のエッチング装置にてエッチングした試料 2 2 b のエッチング特性を示す。各試料 2 2 a , 2 2 b 中に示した数値は、ほぼ同一電圧の高周波電源を供給したときの各位置におけるエッチング量を示す。

【 0 0 3 7 】

エッチング結果は、ウェハ間のバラツキの範囲内のものであり、容量結合成分の増加による影響は全くない。仮に反応管 1 4 方向へ向かうイオンが多くなり、エッチングレートに影響が出るようであれば、第 1 高周波電源 2 5 にて供給する高周波電力を若干上げ、エッチング室 1 1 内のイオン密度を増やすことでその影響をほぼうち消すことができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 4 は、キャパシタ構造を特徴とする F e R A M デバイスの強誘電体 P Z T と電極 P t を連続してエッチングした時のその試料（ウェハ） 2 2 の処理枚数に対する発塵量（パーティクル数）の特性を示す。尚、図 4 において、囲まれた部分のデータは、従来のエッチング装置によるものである。このように、従来の装置では、3 5 0 枚程度の試料 2 2 を処理するとパーティクルが増加するが、本実施形態のエッチング装置 1 0 ではおよそ 5 0 0 枚を連続してエッチングしてもパーティクル量の急激な増加は見られず、処理室の洗浄が必要ないことが判る。

## 【 0 0 3 9 】

図 5 は、コイルアンテナ 2 3 の回転数に対する発塵量の特性を示す。これは、コイルアンテナ 2 3 の移動による既堆積物の剥がれによる発塵を調べるものであるが、サイズの大きなパーティクル（L サイズ）の発塵はほとんど発生せず、既堆積物の剥がれはないことが判る。

## 【 0 0 4 0 】

以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

（１）コイルアンテナ 2 3 の立下り部分 3 3 を反応管 1 4 外周に近づけて容量性結合を持たせ、該コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 外周に沿って回動させるようにした。反応管 1 4 内壁には、容量結合によりイオンシース（ion sheath）が形成され、プラズマ中のイオンのほとんどは試料 2 2 に向かい、それをエッチングする。そして、イオンの極一部はコイルアンテナ 2 3 の方向に向かい反応管 1 4 内壁に衝突する。コイルアンテナ 2 3 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 1 4 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、エッチング処理を行うと同時に、反応管 1 4 の全周においてエッチング生成物の付着量を少なくし、反応管 1 4 の洗浄周期を長くすることができる。

## 【 0 0 4 1 】

（２）コイルアンテナ 2 3 の立下り部分 3 3 を第 1 及び第 2 周回部分 3 1， 3 2 よりも反応管 1 4 外周に近づけたため、結合容量の強い部分を容易に形成することができる。そして、コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 外周に沿って回動させ

るようにしたため、その反応管 1 4 全周に渡り上下方向に幅広くエッチング生成物の付着量を略均一に少なくすることができる。

【 0 0 4 2 】

(第二実施形態)

以下、本発明を具体化した第二実施形態を図 6 に従って説明する。

尚、説明の便宜上、図 1 と同様の構成については同一の符号を付してその説明を一部省略する。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、 I C P 方式のプラズマエッチング装置の概略図である。

エッチング装置 4 0 は、駆動器 4 1 がエッチング室 1 1 のフランジ 1 5 に固定されている。駆動器 4 1 はモータ 4 2 及びそれにより回動駆動されるロータリコネクタ 4 3 を備える。

【 0 0 4 4 】

ロータリコネクタ 4 3 は、中空の軸 4 4 と、それに対してベアリング 4 5 により回動可能に支持されたリング状の出力部 4 6 とから構成され、中空軸 4 4 がフランジ 1 5 上面に固定されている。

【 0 0 4 5 】

ロータリコネクタ 4 3 は、中空軸 4 4 と出力部 4 6 との間が高周波電源の導通可能に構成され、中空軸 4 4 が整合器 2 4 を介して第 1 高周波電源 2 5 に接続され、出力部 4 6 がコイルアンテナ 2 3 の給電側端子 2 3 a に接続されている。これにより、第 1 高周波電源 2 5 から整合器 2 4 及びロータリコネクタ 4 3 を介してコイルアンテナ 2 3 に電力供給がなされる。

【 0 0 4 6 】

フランジ 1 5 には、エッチング室 1 1 内部と中空軸 4 4 内部とを連通する連通孔 1 5 a が設けられ、その連通孔 1 5 a にはガス導入ポート 4 7 が連なるように設けられ、そのガス導入ポート 4 7 及び連通孔 1 5 a を介してエッチング室 1 1 内にエッチングガスが導入される。また、ガス導入ポート 4 7 は、フランジ 1 5 の温度調整を行うための温調ケーブルが挿入可能に形成されている。

【 0 0 4 7 】



ロータリコネクタ43の出力部46にはプーリー48が同軸状に固定され、そのプーリー48にはモータ42の出力軸に固定されたプーリー49との間にタイミングベルト50が掛け渡されている。

【0048】

下部処理室13内には、試料としてのウェハ22を固定する試料台としての静電チャック51が設けられ、その静電チャック51は整合器27を介してバイアス用電源を供給する第2高周波電源26に接続されている。

【0049】

静電チャック51は、略円盤状に形成され、中央にウェハ22の径より小さな径の載置部が形成されており、段差となる外周部にはそれを覆う略円環状の石英プレート52が固定されている。

【0050】

次に、上記のように構成されたエッチング装置40の作用を説明する。

ガス導入ポート18、47より導入されたガスは、エッチング室11中で所望の圧力雰囲気コントロールされる。エッチング室11内のガス雰囲気が安定したところで第1高周波電源25よりコイルアンテナ23に電力が供給され、コイルアンテナ23より発振された電磁波は反応管14を透過してガス分子、原子を電離しエッチング室11内はプラズマ状態となる。

【0051】

図示しないコントローラは、第1高周波電源25の発振とともにモータ42を起動し、タイミングベルト50を経由してプーリー48に回転動作が伝達される。プーリー48にはロータリコネクタ43が固定されており、その先に固定されているコイルアンテナ23が同時に回転する。

【0052】

プラズマが安定して十分なイオンが生成されたところで、第2高周波電源26より電力を供給し、ウェハ22はイオンアシスト反応やイオン衝撃によりエッチングされる。

【0053】

FeRAM等のデバイスに代表されるPt, Ir, PZT, SBT等の材料を

エッチングした場合、それらの材料はあらゆるエッチャントと反応性が非常に低い。このため、ほとんどがイオン衝撃によるスパッタエッチでの加工となり、揮発性の分子を作らない。従って、エッチング生成物の多くはそれぞれの原子のままで試料 2 2 より削り取られたものであり、エッチング室 1 1 内壁つまり反応管 1 4 の内壁に付着する。

#### 【 0 0 5 4 】

このとき、コイルアンテナ 2 3 の立下り部分 3 3 近傍の反応管 1 4 内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンの極一部はエッチング室 1 1 からコイルアンテナ 2 3 の方向に向かい反応管 1 4 内壁に衝突する。アンテナ近傍でのイオンシースの形成は、石英反応管 1 4 に限らず、使用する電波を透過する誘電体で起こる。

#### 【 0 0 5 5 】

コイルアンテナ 2 3 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 1 4 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、コイルアンテナ 2 3 近傍には、エッチング生成物の付着量が少ない。

#### 【 0 0 5 6 】

以上記述したように、本実施形態によれば、第一実施形態の効果に加えて、以下の効果を奏する。

(1) フランジ 1 5 上面に固定したロータリコネクタ 4 3 にコイルアンテナ 2 3 を接続し、モータ 4 2 にてロータリコネクタ 4 3 に同軸状に固定したプーリー 4 8 を回動させ、コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 外周に沿って回動させるようにした。その結果、コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 外周に沿って精度良く回動させ、反応管 1 4 内壁に付着するエッチング生成物の堆積レートのバラツキを抑えることができる。

#### 【 0 0 5 7 】

(2) 中空軸 4 4 を有するロータリコネクタ 4 3 を用いることで、フランジ 1 5 の温度調節と、エッチング室 1 1 の上部からのガス導入とを行うことが可能となる。

## 【 0 0 5 8 】

尚、前記各実施形態は、以下の態様に変更してもよい。

・ 上記各実施形態のコイルアンテナ 2 3 の形状を、適宜変更して実施しても良い。

## 【 0 0 5 9 】

例えば、図 7 ( a ) , ( b ) に示すように、コイルアンテナ 6 1 は、反応管 1 4 外周と第 2 の距離を離してその反応管 1 4 に沿って略 1 / 4 周するように形成された立下り部分 6 2 と、反応管 1 4 外周と第 1 の距離を離してその反応管 1 4 に沿うように形成され、立下り部分 6 2 との接続点において反応管 1 4 から第 2 の距離だけ離間するように形成された第 1 及び第 2 周回部分 6 3 , 6 4 とを備える。このようにしても、上記各実施形態と同様に、立下り部分 6 2 の接合容量成分を、第 1 及び第 2 周回部分 6 3 , 6 4 のそれよりも大きくし、反応管 1 4 内壁へのエッチング生成物の付着量を低減することができる。

## 【 0 0 6 0 】

また、図 8 ( a ) , ( b ) に示すように、コイルアンテナ 7 1 は、電力供給側から徐々に太くした立下り部分 7 2 と、それに接続された第 1 及び第 2 周回部分 6 3 , 6 4 を備える。このようにすれば反応管 1 4 に対して容量性結合量の分布が均一となる。これにより、エッチング生成物の堆積レートを低くし、反応管 1 4 内壁の堆積分布も均一となり、堆積物は剥がれ難くなる。

## 【 0 0 6 1 】

更に、コイルアンテナを、それが反応管 1 4 外周に投影される面積を給電側端子から接地側端子に向かって徐々に大きくするように形成しても良い。

例えば、図 9 ( a ) , ( b ) に示すように、均一の板厚を持つアンテナ用板材 8 1 を給電側端子 8 1 a から接地側端子 8 1 b に向かって幅を徐々に太くし、それを反応管 1 4 の外周に沿ってその外周から等距離に略 2 ターン巻くように形成する。また、図 1 0 ( a ) , ( b ) に示すように、均一の板厚及び幅を持つアンテナ用板材 8 2 を 9 0 ° ひねり、それを反応管 1 4 の外周に沿ってその外周から等距離に略 2 ターン巻くように形成する。

## 【 0 0 6 2 】

板材 81, 82 を反応管 14 外周と等距離に略 2 ターン巻くと、その容量性結合量は、反応管 14 の投影面積を給電側端子 81a, 82a から接地側端子 81b, 82b に向かって徐々に大きくすることで、容量性結合量の分布が均一となる。これにより、エッチング生成物の堆積レートを低くし、反応管 14 内壁の堆積分布も均一となり、堆積物は剥がれ難くなる。

#### 【0063】

このように、コイルアンテナ 23 を反応管 14 に近づけたり、アンテナ 23 の反応管 14 に投影される面積を大きくすることにより、イオンシースの大きさを変えることができ、エッチング材料やエッチャントの違いによる生成物の付着量の違いに対応して生成物の付着をコントロール可能となり、付着レートを減少させ反応管 14 の洗浄周期を長期化することが可能となる。

#### 【0064】

・上記各実施形態のコイルアンテナ 23, 61, 71, 81, 82 を、誘導結合型プラズマ CVD 装置 (inductively coupled plasma enhanced CVD system) 等の生成したプラズマにより試料に所定の処理を施す装置に応用して実施してもよい。もちろん、試料としてウェハ以外に、液晶表示装置 (LCD) や薄膜磁気ヘッド (TFH) などの製造工程に用いられるエッチング装置および化学的気相堆積 (CVD) 装置に具体化してもよい。

#### 【0065】

・上記各実施形態では、エッチング室 11 を固定し、反応管 14 の外周に沿ってコイルアンテナ 23 を回動させるようにしたが、コイルアンテナ 23 を固定し反応管 14 を回動させるようにしてもよい。また、コイルアンテナ 23 及び反応管 14 を、ともに水平回動させるようにしても良い。このようにしても、上記各実施形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0066】

・上記各実施形態におけるコイルアンテナ 23 と反応管 14 との相対移動は水平回動のみならず、上下移動、水平回動及び上下移動を行うようにしてもよい。

・上記実施形態において、コントローラ 29 でコイルアンテナ 23 の移動速度を可変するようにしてもよく、これにより、性質の異なるエッチング生成物の堆

積速度を減少させることが可能となる。

【 0 0 6 7 】

・ 上記各実施形態では、コイルアンテナ 2 3 を略 2 ターン状に形成したが、略 1 ターン状又は略 3 ターン以上の形状に形成しても良い。

・ 上記各実施形態において、コイルアンテナ 2 3 の第 1 及び第 2 周回部分 3 1 , 3 2 と反応管 1 4 外周との間隔を相違させても良い。例えば、第 1 周回部分 3 1 の間隔を第 2 周回部分 3 2 の間隔より長くする。これにより、第 1 周回部分 3 1 の容量性結合量と第 2 周回部分 3 2 のそれとを略同一にすることができ、エッチング生成物の堆積レートをほぼ均一にすることができる。

【 0 0 6 8 】

・ 上記第一実施形態において、上部処理室 1 2 を鐘を伏せたような形状の石英ベルジャにより構成したエッチング装置又は C V D 装置に具体化してもよい。

以上の様々な実施の形態をまとめると、以下のようになる。

(付記 1) 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物をエッチングするプラズマエッチング方法において、

前記高周波アンテナに部分的に大きな容量性結合部分を持たせ、該高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させるようにしたことを特徴とするプラズマエッチング方法。

(付記 2) 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物をエッチングするプラズマエッチング装置において、

前記高周波アンテナとプラズマの間に部分的に大きな容量性結合部分が設けられ、かつ前記高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させる駆動手段を備えたことを特徴とするプラズマエッチング装置。

(付記 3) 前記容量性結合部分を、前記高周波アンテナの一部を前記反応管に近接させて形成したことを特徴とする付記 2 記載のプラズマエッチング装置。

(付記 4) 前記容量性結合部分は、上下方向に配列された複数の周回部分を接続する立下り部分であることを特徴とする付記 2 又は 3 記載のプラズマエッチング装置。

(付記 5) 前記容量性結合部分は、上下方向に配列された複数の周回部分を接続する立下り部分であり、該部分の前記反応管への投影面積を接地側に向かって徐々に大きくして結合容量を略均一に形成したことを特徴とする付記 2 又は 3 記載のプラズマエッチング装置。

(付記 6) 前記高周波アンテナの前記反応管外周への投影面積を給電側端子から接地側端子にかけて徐々に大きくして両端子間の結合容量を略均一となるように形成したことを特徴とする付記 2 記載のプラズマエッチング装置。

(付記 7) 前記反応管と同軸状にロータリコネクタを備え、該ロータリコネクタの中心軸を整合器を介してプラズマソース用の高周波電源に接続し、前記中心軸に回動可能に支持された出力部に前記高周波アンテナの給電側端子を接続したことを特徴とする付記 2 ～ 6 のうちの何れか一項記載のプラズマエッチング装置。

(付記 8) 前記中心軸は中空の軸であり、該軸を介して処理室の上部からのガス導入、該処理室の温度調整を可能としたことを特徴とする付記 7 記載のプラズマエッチング装置。

(付記 9) 前記高周波アンテナと前記反応管との相対移動速度を可変する制御手段を備えたことを特徴とする付記 2 ～ 8 のうちの何れか一項記載のプラズマエッチング装置。

(付記 10) 誘電体よりなる円筒形の反応管を備えた処理室内に処理ガスを導入して所定の雰囲気にし、前記反応管の外側に設けられた高周波アンテナに高周波電力を供給して前記処理室内に生成されるプラズマにより該処理室内に収容した処理対象物に所望の処理を施すプラズマ処理装置において、

前記高周波アンテナとプラズマの間に部分的に大きな容量性結合部分が設けられ、かつ前記高周波アンテナと前記反応管とを相対移動させる駆動手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、誘電体よりなる反応管の側壁における反応生成物の付着量が少なく、生産効率のよいプラズマエッチング方法、プラズマエッチング装置及びプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第一実施形態のプラズマエッチング装置の概要図である。

【図 2】 高周波アンテナの説明図である。

【図 3】 ウェハにおけるエッチングレートを示す説明図である。

【図 4】 処理枚数に対するパーティクル個数の説明図である。

【図 5】 処理枚数に対するパーティクル個数の説明図である。

【図 6】 第二実施形態のプラズマエッチング装置の概要図である。

【図 7】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図 8】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図 9】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図 1 0】 別の高周波アンテナの説明図である。

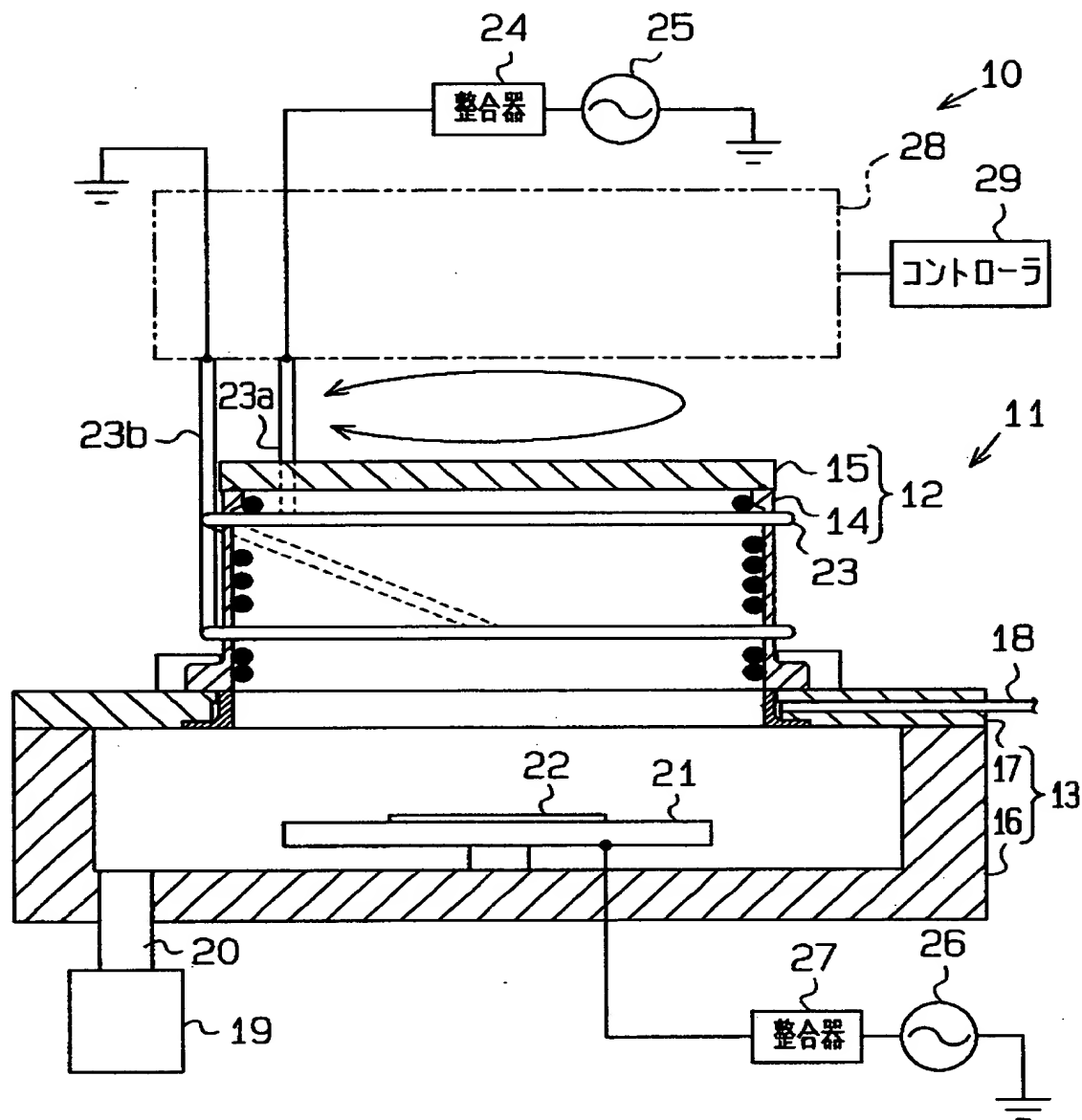
【符号の説明】

- 1 1 処理室（エッチング室）
- 1 4 反応管
- 2 3 高周波アンテナ（コイルアンテナ）
- 3 3 立下り部分

【書類名】 図面

【図 1】

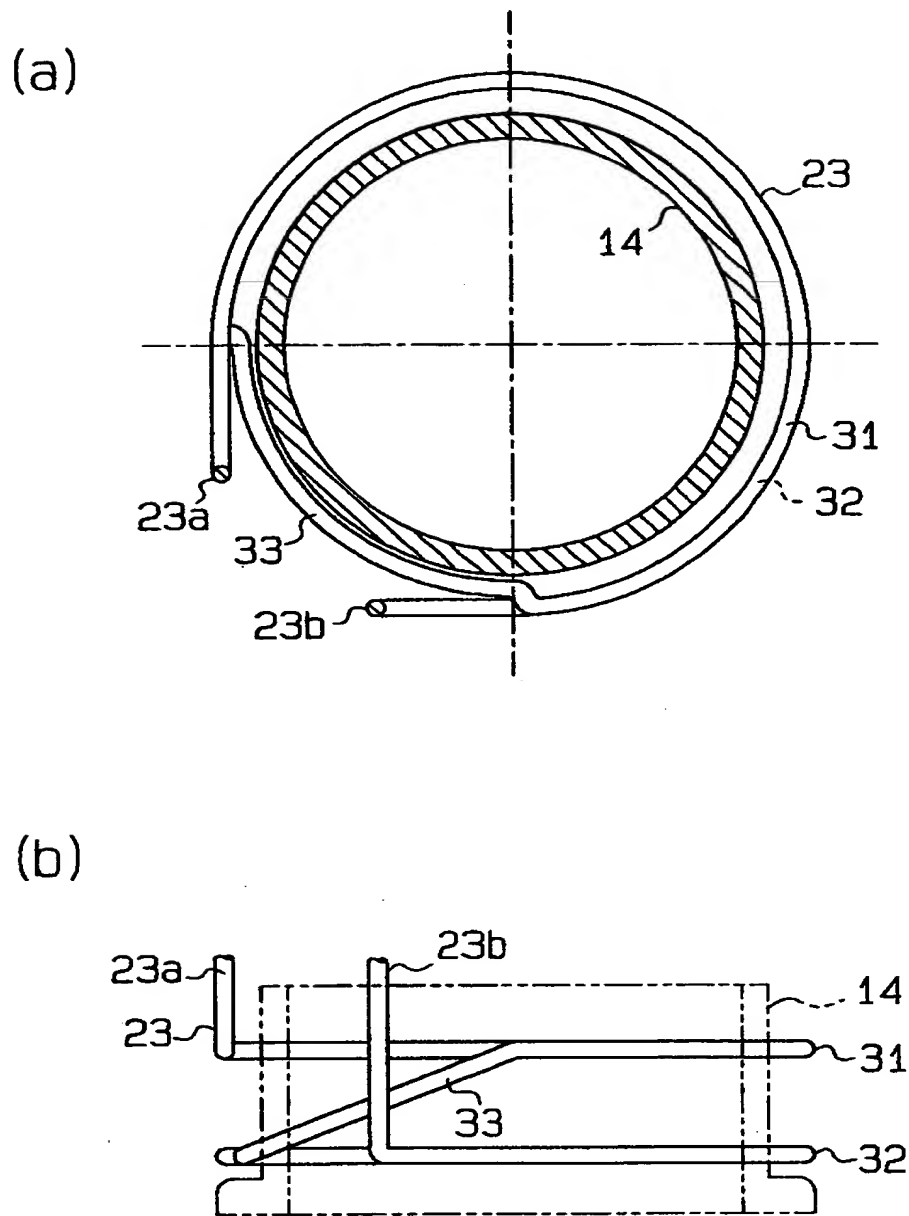
第一実施形態のプラズマエッチング装置の概要図





【図 2】

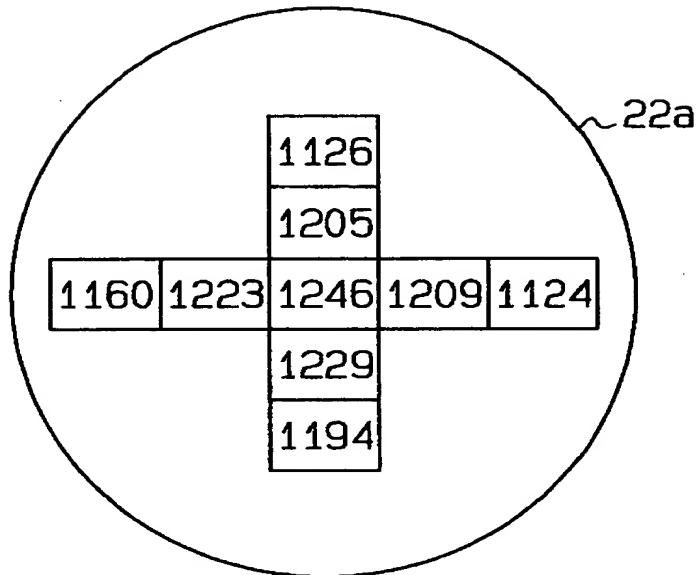
高周波アンテナの説明図



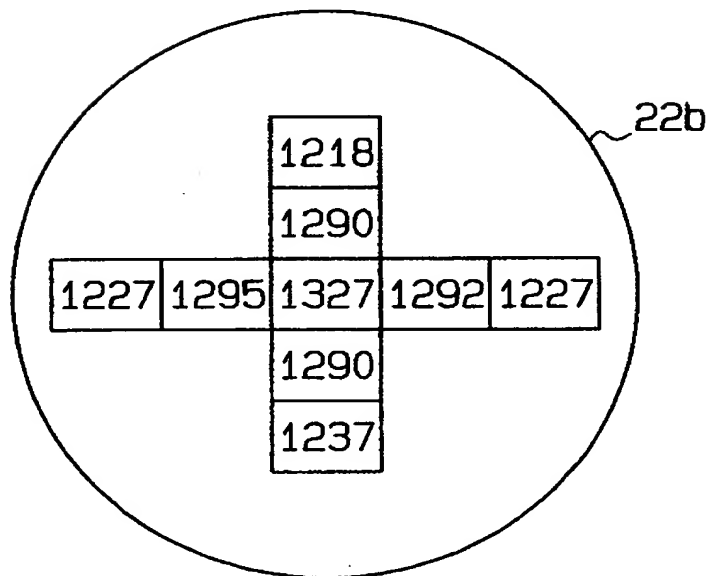
【図 3】

ウェハにおけるエッチングレートを示す説明図

(a)

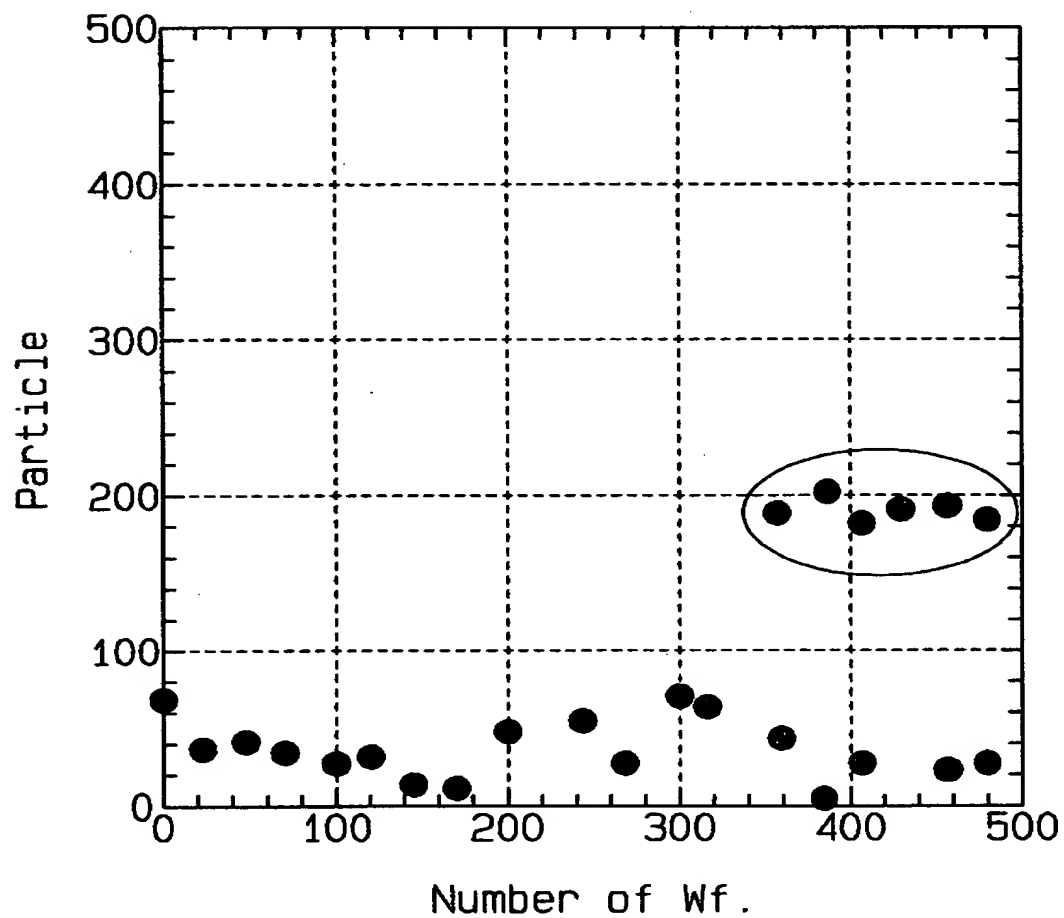


(b)



【図 4】

処理枚数に対するパーティクル個数の説明図



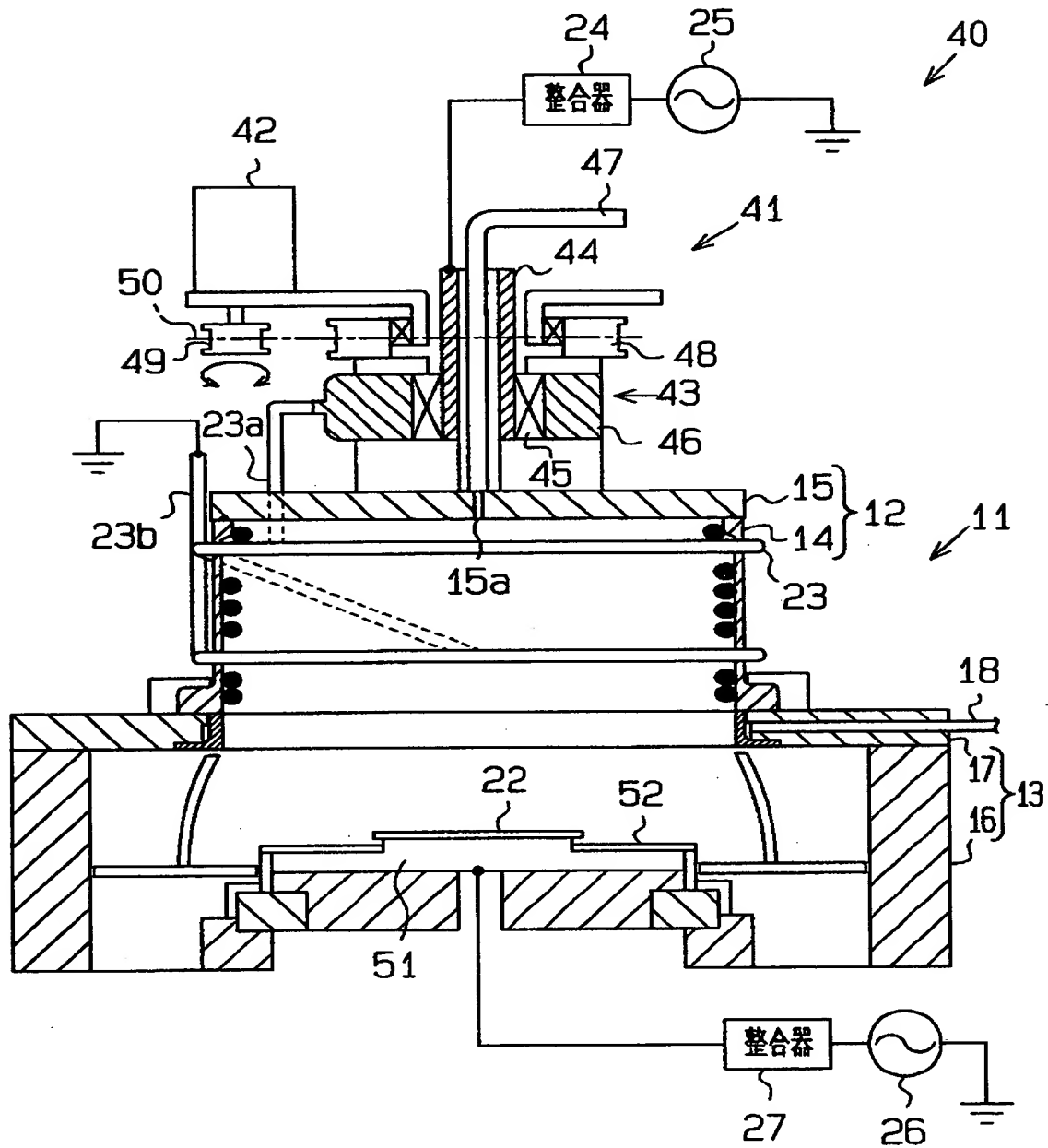
【図 5】

処理枚数に対するパーティクル個数の説明図

| 回転処理枚数<br>(枚/回転) | 回転数<br>(rpm) | 処理枚数<br>(枚) | パーティクル<br>サイズ | イニシャル<br>パーティクル(個) | 処理後<br>パーティクル | パーティクル<br>増減量 | TOTAL |
|------------------|--------------|-------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|-------|
| 0                | 0            | 25          | S             | 19                 | 26            | +7            | +31   |
|                  |              |             | SM            | 1                  | 12            | +11           |       |
|                  |              |             | M             | 0                  | 13            | +13           |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 100         | SM            | 10                 | 18            | +8            | +17   |
|                  |              |             | SM            | 2                  | 6             | +4            |       |
|                  |              |             | M             | 3                  | 8             | +5            |       |
|                  |              |             | SM            | 0                  | 0             | 0             |       |
| 約3.75            | 約0.52        | 25          | S             | 24                 | 59            | +35           | +43   |
|                  |              |             | SM            | 3                  | 5             | +2            |       |
|                  |              |             | M             | 6                  | 12            | +6            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 100         | S             | 15                 | 15            | 0             | +13   |
|                  |              |             | SM            | 2                  | 6             | +4            |       |
|                  |              |             | M             | 6                  | 15            | +9            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 150         | S             | 21                 | 5             | -16           | -18   |
|                  |              |             | SM            | 0                  | 3             | +3            |       |
|                  |              |             | M             | 7                  | 2             | -5            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
| 約37              | 約0.054       | 25          | S             | 2                  | 23            | +21           | +33   |
|                  |              |             | SM            | 1                  | 8             | +7            |       |
|                  |              |             | M             | 8                  | 13            | +5            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 100         | S             | 37                 | 13            | -24           | -37   |
|                  |              |             | SM            | 15                 | 6             | -9            |       |
|                  |              |             | M             | 15                 | 10            | -5            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 1             | +1            |       |
| 約148             | 約0.0135      | 25          | S             | 8                  | 26            | +18           | +29   |
|                  |              |             | SM            | 4                  | 7             | +3            |       |
|                  |              |             | M             | 13                 | 21            | +8            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 100         | S             | 22                 | 19            | +3            | +10   |
|                  |              |             | SM            | 1                  | 8             | +7            |       |
|                  |              |             | M             | 3                  | 9             | +6            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |
|                  |              | 150         | S             | 12                 | 19            | +7            | +12   |
|                  |              |             | SM            | 0                  | 3             | +3            |       |
|                  |              |             | M             | 3                  | 5             | +2            |       |
|                  |              |             | L             | 0                  | 0             | 0             |       |

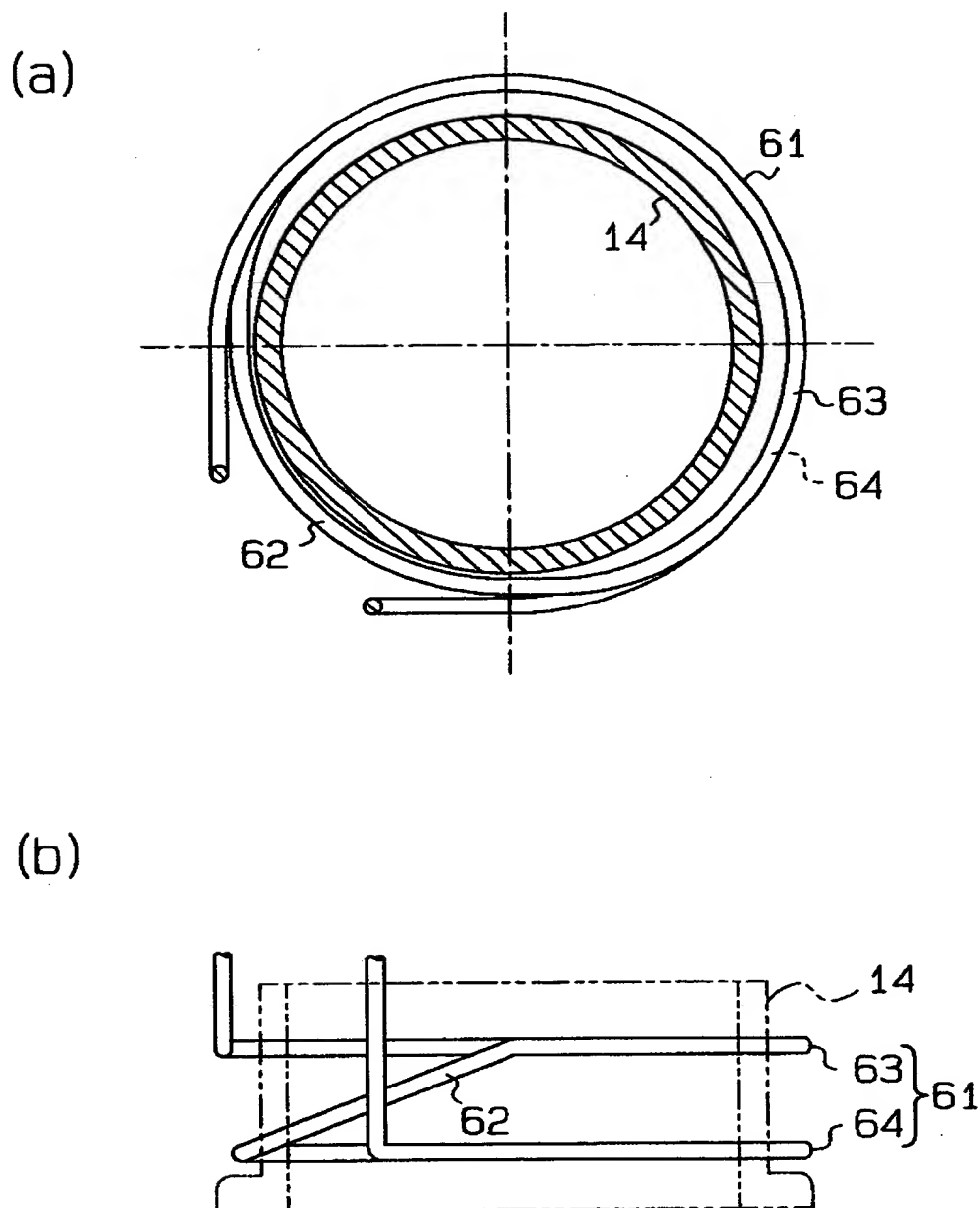
【図 6】

第二実施形態のプラズマエッチング装置の概要図



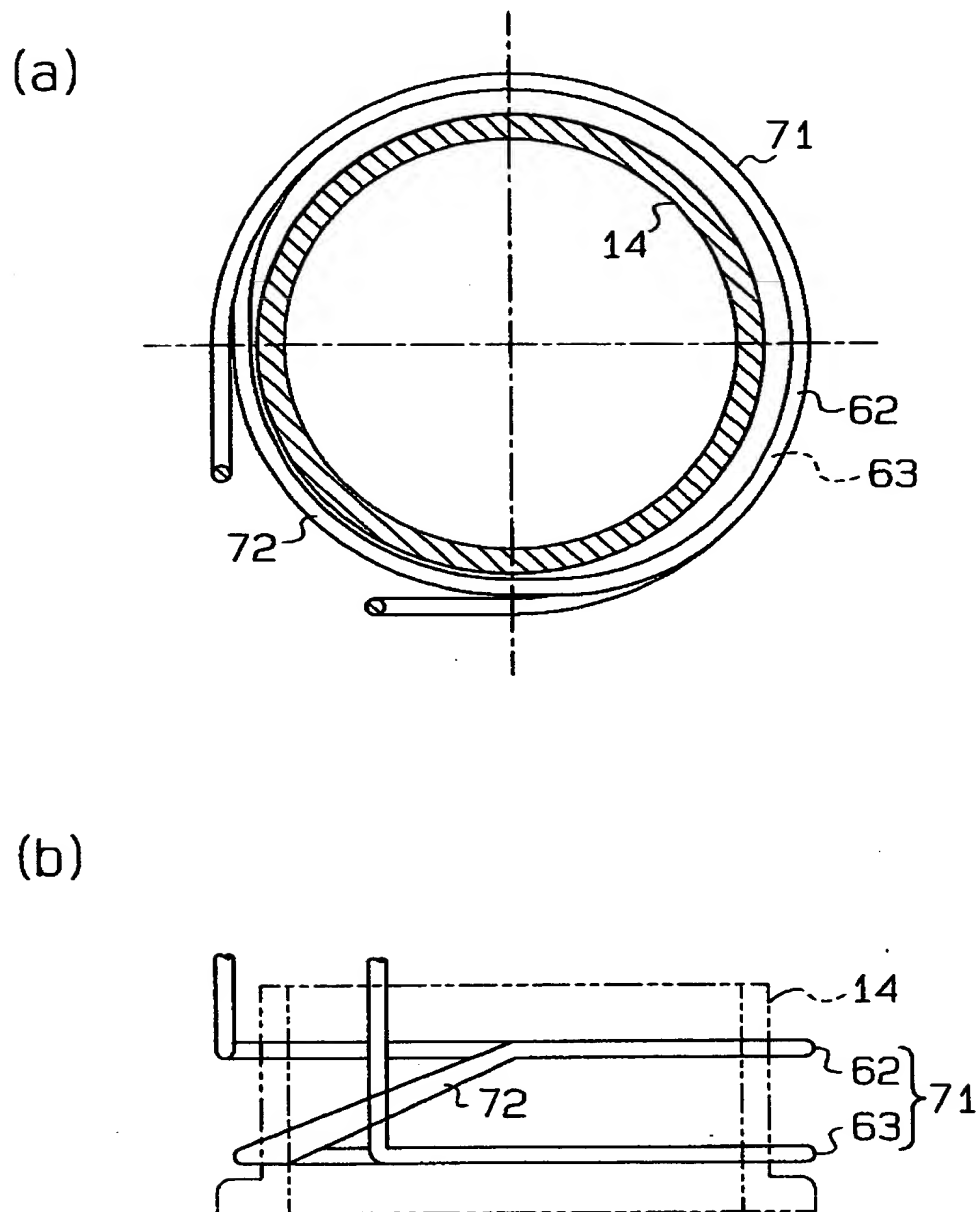
【図 7】

高周波アンテナの説明図



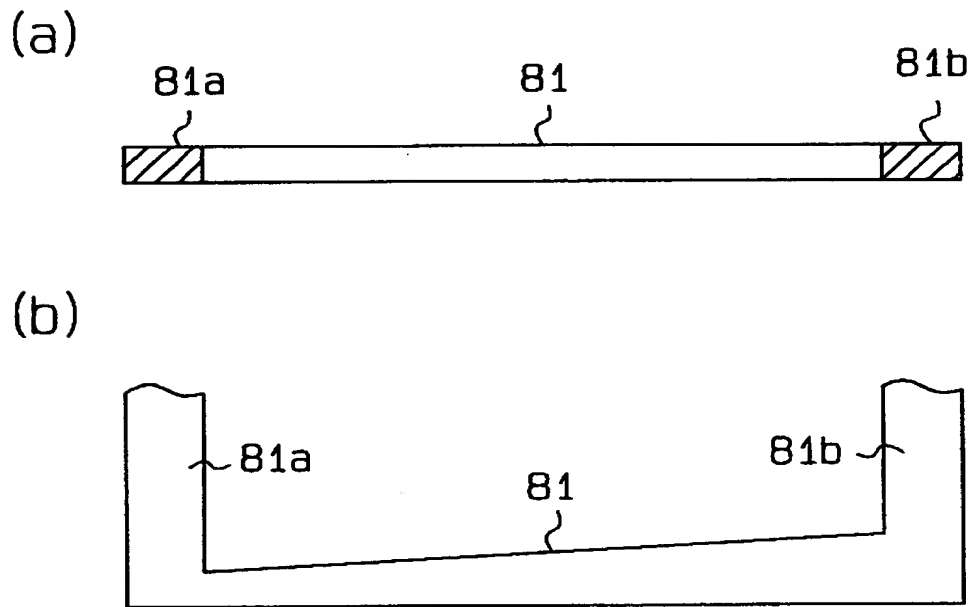
【図 8】

高周波アンテナの説明図



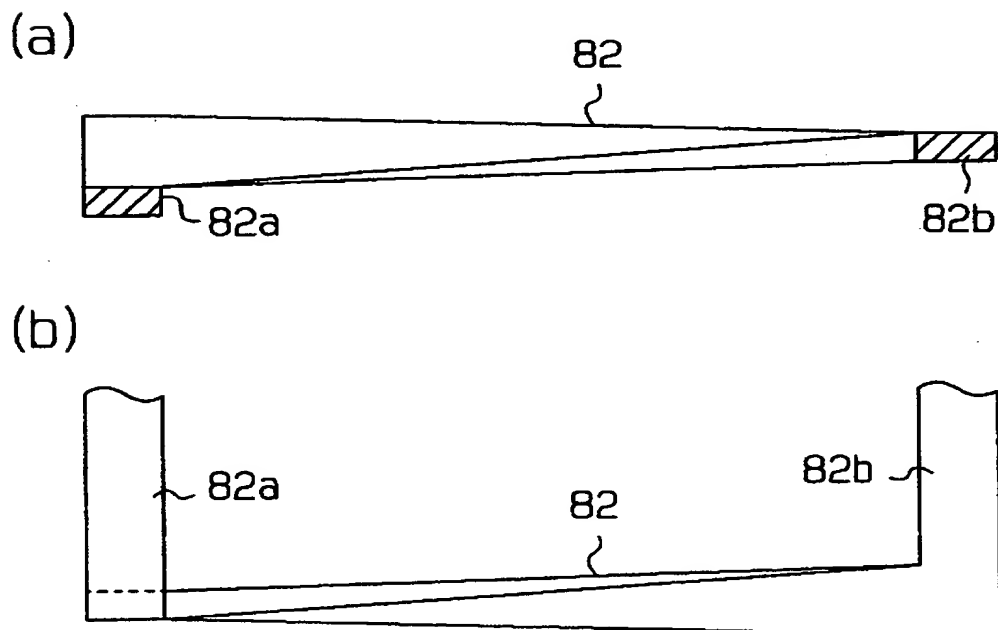
【図 9】

別の高周波アンテナの説明図



【図 1 0】

別の高周波アンテナの説明図





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製品処理において反応性の低い材料のエッチングを行い、誘電体よりなる反応管側壁における反応生成物の付着量が少ないエッチング装置を提供すること。

【解決手段】 コイルアンテナ 2 3 の立下り部分 3 3 を反応管 1 4 外周に近づけて容量性結合を持たせ、該コイルアンテナ 2 3 を反応管 1 4 外周に沿って回転させるようにした。反応管 1 4 内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンのほとんどは試料 2 2 に向かい、それをエッチングする。そして、イオンの極一部はコイルアンテナ 2 3 の方向に向かい反応管 1 4 内壁に衝突する。コイルアンテナ 2 3 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 1 4 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [000237617]

1. 変更年月日            1990年   9月   6日

  [変更理由]            新規登録

    住 所            愛知県春日井市高蔵寺町2丁目1844番2

    氏 名            富士通ヴィエルエスアイ株式会社